



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA

Efecto antibacteriano del extracto etanólico de la *Musa acuminata*
sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Médico Cirujano

AUTORA:

Orccohuarancca Choquemaqui, Rayda Válerly (ORCID: 0000-0002-3587-2840)

ASESORES:

Dra. Llaque Sánchez, María Rocío Del Pilar (ORCID: 0000- 0002-6764-4068)

Mg. Polo Gamboa, Jaime (ORCID 0000-0002-3768-8051)

Dra. Otiniano García, Nelida Milly Esther (ORCID: 0000-0001-9838-4847)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Enfermedades Infecciosas y Transmisibles

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme finalizar mi segunda carrera profesional.

A nuestra Pachamama por permitirme estar en la ciudad de Trujillo y poder culminar mi carrera profesional.

A mis padres Lino Wilfredo y Valeriana, quienes fueron los que afianzaron mi formación profesional y me acompañaron en este proceso largo para poder lograr mi objetivo de ser Médico.

A mi hermana Liz Alina, mi modelo a seguir, quien se ha tomado el arduo trabajo de transmitirme sus conocimientos del campo que corresponde a mi profesión.

A mi hermano Richard Fabricio, por su cariño y apoyo incondicional.

A mi abuela Carmelinda, por estar presente siempre en sus oraciones y orgullosa de mis logros.

Llapallan Orccohuarancca Choquemaqui aylluyta añanchani paykunan kanku
yachayniypi q'emiqniykuna kallpachaqniykuna ima.

A mis hijos Maggie y Kayser, por su amor y compañía en todo mi proceso de estudio.

Rayda Válery Orccohuarancca Choquemaqui

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a mi alma mater, la Universidad César Vallejo, en donde tuve la oportunidad de estudiar y cumplir mi sueño, egresar de mi segunda carrera profesional “Medicina”, que siempre añoré.

A mis maestros, por su dedicación y paciencia, por brindarme sus conocimientos de las diversas materias, logrando de esta manera formar excelentes profesionales para el mercado laboral tan competitivo como en el que actualmente vivimos.

A mi asesora Dra. María Rocío del Pilar Llaque Sánchez, Dr. Jaime Abelardo Polo Gamboa y la Dra. Nelida Milly Otiniano Garcia, por su orientación crítica constructiva.

Y a todas mis amistades que me apoyaron e incentivaron durante el proceso y finalización de la presente investigación.

Rayda Válery Orccohuarancca Choquemaqui

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Efecto antibacteriano del extracto etanólico de la *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Médico Cirujano.

La Autora

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
PRESENTACIÓN	IV
Índice de tablas	VI
Indice de gráficos y figuras	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	9
3.1 Tipo y Diseño De investigación:	9
3.2 Variables y operacionalización	9
3.3 Población y muestra	9
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	10
3.5 Procedimiento: (Anexo 06)	10
3.6 Métodos de análisis de datos	11
3.7 Aspectos éticos	11
IV. RESULTADOS	12
V. DISCUSIÓN	16
VI. CONCLUSIONES	19
VII. RECOMENDACIONES	19
REFERENCIAS	20
ANEXOS	25

Índice de tablas

Tabla 01 Análisis descriptivo de la media de los halos de inhibición producidos por los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de la <i>Musa acuminata</i> sobre el <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug	12
Tabla 02 Análisis de varianza ANOVA de la media de los halos de inhibición producidos por los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de la <i>Musa acuminata</i> sobre el <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.	13
Tabla 03 Análisis Post ANOVA de TUKEY, de los subconjuntos homogéneos de los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de <i>Musa acuminata</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.	14

Índice de gráficos y figuras

Figura 01 Distribución de la media de los halos de inhibición de los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de <i>Musa acuminata</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.	15
--	----

RESUMEN

El objetivo de la experimentación fue determinar efecto antibacteriano del extracto etanólico de las hojas y el epicarpio de *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug, las cepas fueron cultivadas en agar Müller- Hinton, la sensibilidad se evaluó con el método de Kirby - Bauer. El halo de inhibición de las hojas de *Musa acuminata* fueron de 21.20 mm (DS 1.549 ± 0.490 IC 95%: de 20.09 a 22.31), superando los valores de inhibición del CLSI (≥ 13 mm), el epicarpio del fruto presentó menos inhibición (10.40 mm (DS 1.265 ± 0.400 IC 95%: de 9.50 a 11.30), la oxacilina mostró un halo de 32.80 mm (DS 1.476 ± 0.467 IC95%: de 31.74 a 33.86). los datos siguieron el criterio de homocedasticidad por lo que se aplicó la prueba de ANOVA ($p=0.00$) da a entender que hay diferencia significativa entre los promedios de los halos de inhibición de los diferentes tratamientos. Conclusión el extracto etanólico de las hojas de *Musa acuminata* tiene mejor efecto antibacteriano que el epicarpio.

Palabras clave: Extracto etanólico, plátano, *Musa acuminata*, antibacteriano, oxacilina, bacterias gram positivas.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the antibacterial effect of ethanol extract of the leaves and epicarp of the *Musa acuminata* fruit against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 compared to oxacillin 1 µg. The strains were grown on Mueller - Hinton agar. Susceptibility was evaluated using the Kirby-Bauer method. The inhibition zone of the *Musa acuminata* leaves was 21.20 mm (SD 1.549±0.490 95% CI: 20.09 to 22.31), exceeding the inhibition values of CLSI (≥13 mm), the fruit epicarp showed less inhibition (10.40 mm (SD 1.265±0.400 95% CI: 9.50 to 11.30), oxacillin showed an inhibition of 32.80 mm (SD 1.476±0.467 95% CI: 31.74 to 33.86). The data were based on the criterion of homoscedasticity, thus the ANOVA test was applied (p=0.00), which indicates that there is a significant difference between the averages of the inhibition zones of the different treatments. In conclusion, the ethanol extract of *Musa acuminata* leaves has a better antibacterial effect than epicarp.

Keywords: Ethanol extract, banana, *Musa acuminata*, antibacterial, oxacillin, gram-positive bacteria.

I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) evaluó los niveles sobre la resistencia hacia algunas infecciones bacterianas graves indicando que son muy altas tanto en los países desarrollados y subdesarrollados, existen 500.000 personas en veintidós países con sospecha de infecciones bacterianas resistentes. Las más frecuentes son *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.^{1,2}

Staphylococcus aureus es un microorganismo con una gran capacidad de diseminación en el medio ambiente. La especialización en el huésped, la capacidad de adquirir y perder genes de resistencia, así como su potencial zoonótico, son características que hacen de este germen un microorganismo peligroso para la salud pública.³

Actualmente ha tomado mucha relevancia el uso de medicina alternativa para el manejo de enfermedades prevalentes en nuestra región, motivo por el que es importante investigar nuevas fórmulas. *Musa acuminata* es una opción importante para la investigación, por la presencia de componentes como antocianinas, fructosanas, terpenoides, esteroides, ácido fenólico, así como alcaloides separados, amina alcaloide y el alcaloide indólico, componentes esenciales que forman parte de las propiedades terapéuticas del plátano como son, antidiarreico, tratamiento de enfermedades respiratorias agudas, hemostático, queratolítico y antibacteriano, este último es el punto que nos interesa.⁴

Es importante recalcar que los pobladores de nuestra Amazonía, utilizan el líquido producto de la decocción de plátanos verdes para el tratamiento de infecciones. Por eso es de prioridad y de gran interés, evaluar si el extracto etanólico del epicarpio del fruto y la hoja de *Musa acuminata* presenta efecto antibacteriano contra *Staphylococcus aureus*.⁵

El problema planteado es: ¿El extracto etanólico de la hoja y el epicarpio del fruto de la *Musa acuminata* poseen efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con Oxacilina a 1 ug? Esta investigación se justificó porque los problemas de salud tienen un origen multifactorial que provoca dificultad a la hora de manejar y resolver, por el que se propone la utilización de la *Musa acuminata*, como terapia alternativa ya que posee propiedades antibacterianas, y características únicas que permiten analizar la farmacocinética y farmacodinamia de la planta y proponer alternativas de solución a las diferentes enfermedades producidas por el *Staphylococcus. Aureus*.

Es importante estudiar nuevas alternativas accesibles para la población rural y urbana. La *Musa acuminata* es una buena opción, ya que es una fruta que las familias incluyen en su dieta diaria, tanto en la Sierra, Costa y Selva peruana, es de fácil acceso para la población de cualquier nivel socioeconómico, y no ha demostrado provocar efectos adversos. Por otro lado, existe información que indica que la *Musa acuminata* tiene múltiples propiedades antibacterianas que podrían utilizarse posteriormente en la terapia de enfermedades provocadas por *Staphylococcus aureus*. Los resultados de esta investigación, se tomará en cuenta como base para próximas investigaciones donde incluyan a esta planta.

Objetivo general: Determinar si el extracto etanólico de la hoja y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* tienen efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug. Objetivos específicos: a) Determinar el efecto antibacteriano del extracto etanólico de la hoja de *Musa acuminata* al 100% b) Determinar el efecto antibacteriano del extracto etanólico del epicarpio del fruto de *Musa acuminata* al 100% c) Comparar el efecto antibacteriano de los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de *Musa Acuminata* d) Establecer el efecto antibacteriano de la oxacilina 1 ug.

Se plantea como hipótesis de investigación que: El extracto etanólico de la hoja y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* tienen efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con Oxacilina 1 ug, y como hipótesis nula H0: El extracto etanólico de la de la hoja y el epicarpio del fruto de la *Musa acuminata* no tiene efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.

II. MARCO TEÓRICO

Las propiedades medicinales de las plantas del género *Musa*, han despertado el interés de muchos investigadores, así Noles⁶ (Ecuador, 2018) evaluó la competencia antimicrobiana de los taninos presentes en el plátano verde contra el *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 con extractos etanólicos, utilizando el método Folin Ciocalteu. Se tomó en cuenta 2 técnicas, agitación haciendo uso de agua destilada con etanol al 80% y maceración en agua destilada con etanol al 95%, resultando con extracto etanólico de la corteza por agitación, zonas de inhibición de 11.83 mm.

Egbuonu et al⁷ (Nigeria, 2017) evaluaron el efecto antibacteriano del extracto acuoso y etanólico del epicarpio de la fruta y hojas de la *Musa paradisiaca* contra *Staphylococcus aureus*. Respecto al extracto etanólico de la cáscara la zona de inhibición resultó 14.33 ± 1.53 mm, y con la hoja fue 12.33 ± 1.15 mm; en relación al extracto acuoso de la cáscara, la zona de inhibición fue de 00.00 ± 0.00 mm y el de las hojas de 9.33 ± 0.58 mm.

Bish et al⁸ (India 2016) describieron la actividad antimicrobiana de extractos de acetato de etilo de las hojas de *Musa acuminata* contra *Staphylococcus aureus* usando un ensayo de difusión en agar Mueller Hinton. En relación al contenido fenólico por el Método de Folin Ciocalteu fue de 92.54 ± 1.2 mg. La CMI de la hoja de plátano contra *Staphylococcus aureus* fue de 15 mm, resultando zonas de inhibición de 21 mm.

Mohd et al⁹ (Malasia, 2014) compararon la actividad antibacteriana del extracto de pulpa de plátano de tres especies, *Pisang Berangan* (*Moisés acuminado* AA/AAA), *Banana Mas* (*Moisés acuminado* AA) y *Banana Nipah* (*Moisés balbadian* BBB) contra *Staphylococcus aureus*. La acetona, el metanol y los extractos acuosos de pulpa de plátano se probaron utilizando el sistema de difusión de agar en discos, resultando que la acetona tenía la media más alta de rendimiento 15.16%, seguida de metanol 13.73% y solución acuosa 5.40%. No se observó una zona de inhibición con ninguno de los 3 tipos de plátano de las diferentes concentraciones de 1 mg / disco, 2 mg / disco y 10 mg / disco) de acetona, metanol y extracto de solución acuosa.

Venkatesh et al¹⁰ (India, 2013) evaluaron el efecto antibacteriano del extracto etanólico de la hoja de *Musa paradisiaca* y *Musa acuminata* contra *Staphylococcus aureus*, con el sistema de difusión agar en pozos, se utilizaron concentraciones distintas (100, 80, 60, 40, 20, 10 mg / ml) en los pocillos, para evaluación comparativa con ciprofloxacino. Las MIC es 1.5 mg/dl en *Musa paradisiaca* y 2,0 mg/dl en *Musa acuminata*, resultando halos de inhibición 17.44 ± 0.50 mm con *Musa paradisiaca*, 15.56 ± 0.38 mm con *Musa acuminata* y el halo de inhibición con ciprofloxacino fue 23.67 ± 0.33 .

Ponmurugan et al¹¹ (India, 2013) investigaron diferentes hojas de *Musa* sp. y evaluaron los extractos no polares (hexano) y polares (acetato de etilo y metanol) para determinar la actividad antimicrobiana contra patógenos resistentes a múltiples fármacos como *Staphylococcus aureus*, por medio del sistema de difusión de pocillos de agar. Se observó que con el uso de *Musa acuminata* con disolvente hexano, resultaron halos de inhibición de 9.8 ± 0.3 mm, con el disolvente acetato los halos fueron de 12.7 ± 0.3 mm y con metanol 10.6 ± 0.5 mm, en relación a la *Musa paradisiaca* con disolvente hexano las zonas de inhibición fueron de 9.6 ± 0.3 mm, cuando se usó como disolvente acetato de etilo, fueron de 10.6 ± 0.4 mm y con metanol de 19.0 ± 0.2 mm.

Ravinder et al¹² (India, 2013) analizaron la actividad antimicrobiana de las cáscaras de plátano color amarillo, verde y rojo contra *Staphylococcus aureus* en comparación con amoxicilina + clavulanato 20/10 ug. El material se extrajo con cloroformo de metanol (8: 2), se realizó agitación ocasional durante 7 días. Con la cascara de plátano rojo resultaron zonas de inhibición de 18 mm, con el plátano verde fue de 11 mm y con el platano amarillo 13 mm, todas ellas comparadas con amoxicilina + clavulanato 20/10 ug que resulto halos de inhibición de 39 mm.

Ghani et al¹³ (Iraq, 2013) evaluaron el efecto antibacteriano del extracto acuoso de cáscara de plátano, por medio del sistema de difusión de pozos contra *Staphylococcus aureus*, *Moraxella catarrhalis* y otros, se tomó en cuenta el método de difusión en agar. El extracto acuoso de cáscara fresca de plátano mostró un efecto inhibidor variado contra varios aislados microbianos. Mayor efecto inhibidor contra *M. catarrhalis* y *S. aureus* con una zona de inhibición de 30 mm.

Ortiz¹⁴ (Perú, 2018) investigó el efecto antibacteriano de la *Musa acuminata* contra el *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 - in vitro. Los resultados reflejaron la similitud de la susceptibilidad del *Enterococcus faecalis* contra el extracto etanólico de *Musa acuminata* al 100% (9.8 mm) con la clorhexidina al 0.12% (9.8 mm). El efecto fue menor al 50%. Concluyendo que la *Musa acuminata* presenta efecto antibacteriano frente al *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 – in vitro.

El *Staphylococcus aureus* es un coco que mide 0,8 a 1 um de diámetro, no se mueven, se agrupan en racimos irregulares o en pares. Algunos poseen una capa externa o cápsula que tiene relación con la capacidad de resistencia. La cápsula defiende al microorganismo, inhibiendo la acción del complemento, la fagocitosis por los neutrófilos y la proliferación de los linfocitos. Además, dicha cápsula les posibilita la adherencia a los materiales sintéticos tales como sondas, catéteres, válvulas y prótesis usados en la práctica médica. Inmediatamente debajo de la cápsula, cuando existe, se encuentra la pared celular.¹⁵

La pared está constituida por una primera fracción que contiene los antígenos proteicos y más internamente se encuentra la fracción del peptidoglicano y del ácido teicoico. Le sigue a esta envoltura la membrana plasmática que contiene al citoplasma bacteriano. El peptidoglicano tiene desde el 40% hasta el 60% del peso de la pared. La proteína A es el componente proteico de la pared más importante, que puede segregarse en un 30% hacia el exterior.¹⁶

En las bacterias grampositivas, el 90% de la pared celular está compuesto de una sola capa de peptidoglicano, aunque muchas bacterias exhiben múltiples capas superpuestas.¹⁵ El "ácido teicoico" se refiere a toda la pared celular, la membrana citoplasmática y los polímeros compuestos capsulares, compuestos de fosfato de glicerol o fosfato de ribitol.¹⁷

El *Staphylococcus aureus* puede provocar enfermedad por su competencia para extenderse y multiplicarse con amplitud, así como también por la liberación de muchas sustancias extracelulares como enzimas, hallándose bajo la vigilancia de los plásmidos; también produce catalasa, que transforma el peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua, libera coagulasa, que posteriormente coagula el plasma oxalatado. Además, liberan enzimas como estafilocinasa que sobrelleva a la fibrinólisis, hialuronidasa, lipasas, betalactamasas y proteinasas; así mismo toxinas que actúan en el shock séptico, así como toxinas exfoliativas y enterotoxinas.¹⁷

La *Musa acuminata* llamado comúnmente plátano, pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, orden Zingiberales, familia Musaceae, género Musa, especie Musa acuminata Colla, su altura es de 3.5 a 7.5 metros. El tallo tiene peciolos de hojas curvadas, y las hojas nuevas se forman desde el centro.¹⁸

La planta puede protegerse del estrés oxidativo causado por fuerte sol y alta temperatura produciendo grandes cantidades de antioxidantes. Por lo tanto, la atención en los últimos tiempos se ha enfocado en el aislamiento, caracterización y utilización de antioxidantes naturales, especialmente en crecimiento interés en los polifenoles como posible prevención de enfermedades.^{18, 19}

La *Musa acuminata* ocasiona la lisis de *Staphylococcus aureus*, porque ocurre una relación de ligando receptor entre los compuestos de *Musa acuminata* y receptores de la célula. Su efecto bactericida está dado por los compuestos fenólicos, flavonoides, ligninas y más o menos 25 fitoalexinas entre ellos tenemos musanolones, resveratrol y fitotoxinas de tipo fenilfenalenona, terpenoides y taninos, este último abundante en el plátano. Estos elementos tienen funciones estructurales en las plantas y el establecimiento de los colores en flores.^{19, 20}

Las endo-beta-1,3-glucanasa y las quitinasas destruyen polisacáridos presentes en la pared celular del microorganismo, en la mayoría de las oportunidades son consideradas como proteínas PR, debido a que su liberación mayormente está provocada cuando hay presencia de una infección. Asimismo, detiene la proliferación y crecimiento de bacterias mediante hidrólisis de quitina, provocando la destrucción de las mismas.^{21,22}

Habrà mayor presencia de taninos cuanto más inmaduro se encuentre el fruto, es posible observar la cantidad de taninos presente en cada grupo de extracto. Es importante mencionar que el número de taninos activos presentes en el epicarpio del plátano verde es de 40.5 ug. por 100 gr.^{23, 24}

Los taninos son hidrosolubles, tienen alta solubilidad en alcohol, acetona y agua insoluble en solventes orgánicos apolares. Existen 2 tipos de taninos: hidrosolubles y condensados, que se encuentran principalmente en el fruto inmaduro verde, también llamados pirogálicos o gálicos, tienen un núcleo central con un alcohol polihídrico como sus grupos hidroxilos que se encuentran esterificados como el ácido gálico y la glucosa, provocando la formación de elagitaninos y galotaninos, se hidrolizan mediante ácidos, bases y enzimas. Y las proantocianidinas, taninos condensados o taninos no hidrosolubles, son resultado de la producción normal del metabolismo, es fisiológico y dentro de esta se encuentra los taninos del plátano verde. Tiene propiedad antibacteriana, antioxidante y antiinflamatorio.^{25, 26}

Presenta propiedades analgésicas, antibacterianas y antioxidantes, gracias a sus compuestos fenólicos inhibe la formación de radicales libres y degradación oxidativa de los lípidos presentes en las hojas de *Musa acuminata*, a su vez los antioxidantes presentes, tienen propiedades antiinflamatorias. También es un fortalecedor de la inmunidad ya que posibilita la elaboración de proteínas que formarían parte de la membrana celular de células importantes.^{27, 28}

La oxacilina es un fármaco bactericida, forma parte de los betalactámicos, el mecanismo de acción más importante es la inhibición de la asimilación de los mucopéptidos presentes en la pared celular. Su espectro de acción es contra bacterias grampositivas como *Staphylococcus aureus*, es penicilinasa resistente, actúa mejor en la fase de multiplicación activa de las bacterias. Al entrar a la circulación se junta a las proteínas plasmáticas en un 94% aproximadamente y posteriormente se propaga por los tejidos, y es importante mencionar que no atraviesa tejidos del ojo y el sistema nervioso. En cuanto a la eliminación, la oxacilina, es liberada mediante filtración glomerular y secreción tubular activa por ende por la orina, por medio de la bilis en menor cantidad, 1.5 horas es la vida media promedio.^{29,30, 31, 32}

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño De investigación:

Tipo de investigación: Básica ³³

Diseño de investigación: Experimental: Experimental puro con repeticiones múltiples, post prueba. (Anexo 01)

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Agente antimicrobiano.

No farmacológico: Extracto etanólico de hoja y epicarpio de *Musa acuminata*.

Agente farmacológico: Oxacilina a la concentración de 1 ug.

Variable dependiente: Efecto antimicrobiano del CLSI mediante la técnica de Kirby Bauer. ³⁴

Efecto bactericida: ≥ 13 mm

Sin efecto bactericida: < 13 mm

Operacionalización de variables (Anexo 2)

3.3 Población y muestra

Población: Para la población se consideró todas las colonias de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Todas las placas petri viables
- Todos los cultivos de 18 a 24 horas de crecimiento.

Criterios de exclusión:

- Cultivos contaminados

- Cultivos que no desarrollaron
- Especímenes vegetales expuestos a herbicidas o fungicidas
- Especímenes que estén en malas condiciones.

Muestra: Se hizo uso de una fórmula estadística para establecer la cantidad en número de repeticiones de *Musa acuminata*.³⁵ $n = 20.75$ repeticiones (Anexo 03)

Muestreo: Probabilístico, aleatorio simple.³⁵

Unidad de análisis: Cada colonia de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Unidad muestral: Cada placa Petri con cultivos bacterianos

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica: Por observación directa³⁶ del proceso de crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Instrumento: En una ficha de recolección de datos, se transcribió la medida de los halos de inhibición obtenidos en el experimento. (Anexo 04)

Validación de instrumento: Fue validado aplicando la técnica de juicio de especialistas, 03 profesionales (Microbiólogo, Médico General y Biólogo), quienes analizaron que cumpliera los objetivos del estudio. (Anexo 05)

3.5 Procedimiento: (Anexo 06)

Identificación de la planta fue por el Herbario de la Universidad Nacional de Trujillo, para posteriormente ser transportada al laboratorio de Microbiología, donde se preparó el extracto etanólico de las hojas y epicarpio del fruto de *Musa acuminata* y se procedió a realizar la evaluación del efecto antibacteriano, según la técnica de Kirby Bauer, el detalle del procedimiento se muestra en el (Anexo 06).³⁷

3.6 Métodos de análisis de datos

Los datos se analizaron haciendo uso del programa Microsoft Excel 2013, enseguida se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25, se realizó pruebas estadísticas descriptivas como porcentajes, medias, intervalos de confianza para la media, límite inferior y superior, error estándar, desviación estándar, máximo y mínimo valor producidos por el extracto etanólico las hojas y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* y oxacilina 1 ug.

Asimismo, los datos fueron analizados con pruebas de estadística analítica como pruebas de normalidad, pruebas de homogeneidad de varianzas, comparaciones múltiples, subconjuntos homogéneos y diagrama de cajas y bigotes, por el que se determinó si existe diferencias significativas entre los efectos producidos en los grupos de estudio mediante el ANOVA y, posteriormente, se analizó con la prueba post ANOVA y Tukey para establecer en qué grupo de estudio que tuvo el mejor efecto antibacteriano contra *Staphylococcus aureus*, tomando en cuenta las medias de los halos de inhibición. Finalmente se realizó un informe donde se incluyó los estadígrafos de estudio expresados en tablas y gráficos de cajas o bigotes en donde los datos analizados fueron expuestos.³⁸

3.7 Aspectos éticos

Se tomó en cuenta las buenas prácticas clínicas de bioseguridad que se encuentran avalados en el Manual de Bioseguridad de la OMS³⁹, la investigadora se comprometió a tomar en cuenta las Normas y reglamento vigente del CMP, capítulo 6, artículo 42 y 48, presentar los resultados obtenidos independientemente si era o no lo que esperaba, se comprometió a no falsificar ni incidir en plagio y declaro no tener conflictos de interés.⁴⁰ También se tomó en cuenta La ley 29763, título 1, artículo 1 y 3 que protege la biodiversidad, haciendo el uso de la flora y fauna responsablemente.⁴¹ (Anexo 09)

IV. RESULTADOS

Tabla 01: Análisis descriptivo de la media de los halos de inhibición producidos por los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de la *Musa acuminata* sobre el *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.

GRUPOS	Media (mm)	Desv. Desviación	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
EEMAH	21,20	1,549	20,09	22,31	19	24
EEMAE	10,40	1,265	9,50	11,30	8	12
OXACILINA	32,80	1,476	31,74	33,86	30	34

Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

EEMAH: Extracto etanólico de la hoja de *Musa acuminata*.

EEMAE: Extracto etanólico de epicarpio de *Musa acuminata*.

Tabla 02: Análisis de varianza ANOVA de la media de los halos de inhibición producidos por los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de la *Musa acuminata* sobre el *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.

GRUPOS	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2509,867	2	1254,933	609,410	,000
Dentro de grupos	55,600	27	2,059		
Total	2565,467	29			

Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

$p= 0.00$ indica que hay diferencia significativa entre los promedios de los halos de inhibición de los diferentes tratamientos.

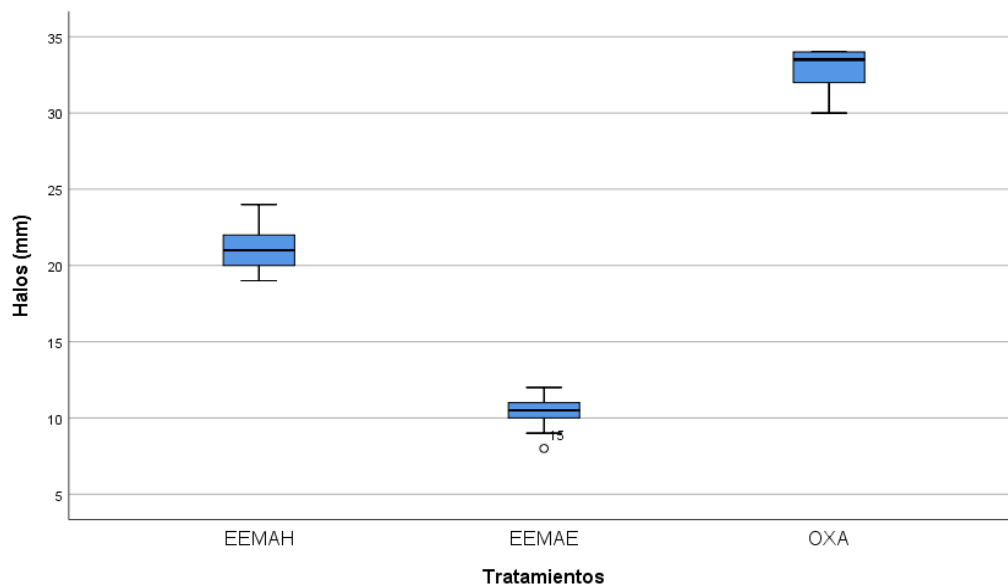
Tabla 03: Análisis Post ANOVA y TUKEY, de los subconjuntos homogéneos de los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.

Subconjunto para alfa = 0.05				
Tratamientos	N	1	2	3
EEMAE	10	10,40		
EEMAH	10		21,20	
OXACILINA	10			32,80
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

EEMAH: Extracto etanólico de la hoja de *Musa acuminata*.

EEMAH: Extracto etanólico de epicarpio de *Musa acuminata*.



Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

FIGURA 01: Distribución de la media de los halos de inhibición de los extractos etanólicos de la hoja y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug.

EEMAH: Extracto etanólico de hoja de *Musa acuminata*.

EEMAE: Extracto etanólico de epicarpio de *Musa acuminata*.

OXA: Oxacilina

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó el efecto antibacteriano del extracto etanólico de la hoja y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina 1 ug, se observaron 40 repeticiones, de las cuales se obtuvieron lo siguiente:

En la tabla 01 se presentan los estadísticos descriptivos de los halos de inhibición de cada grupo de experimentación, se puede observar que el extracto etanólico de la hoja de la *Musa acuminata* al 100% evidencia una media del halo de inhibición de 21.20 mm (DS 1.549 ± 0.490 , IC 95%: 20.09 a 22.31 y valor mínimo 19 mm, valor máximo 24 mm), considerando que si presenta efecto antibacteriano para *Staphylococcus aureus* (CLSI ≥ 13 mm). El concentrado de epicarpio no evidenció tener efecto antibacteriano (10.40mm, DS 1.265 ± 0.400 IC 95%: 9.50 a 11.30). La oxacilina demostró tener mejor efecto inhibitorio (32.8 mm).

Estos resultados son similares a Bish et al⁸ con acetato de etilo de las hojas de *Musa acuminata* (21 mm), Venkatesh et al¹⁰ extracto etanólico de la hoja (17.44 ± 0.50 mm). por otra parte, Egbuonu et al⁷ encuentra resultados diferentes con la hoja (12.33 ± 1.15 mm), respecto al extracto etanólico de la cáscara la zona de inhibición fue mayor que la del presente estudio (14.33 ± 1.53 mm); Ponmurugan et al¹¹ también reporta valores menores con las hojas disueltas de hexano, (9.8 ± 0.3 mm), acetato (12.7 ± 0.3 mm) y metanol (10.6 ± 0.5 mm).

Otros autores encuentran mejor efecto inhibitorio con el epicarpio del fruto de *Musa acuminata*: Ravinder et al¹² con epicarpio de plátano rojo (18 mm), plátano verde (11 mm) y amarillo (13 mm), y la mezcla de todos ellos (39 mm). Similares resultados con Ghani et al¹³ el extracto acuoso de cáscara fresca de plátano (30 mm). Sin embargo, Noles⁶ no encontró efecto antibacteriano del epicarpio (11.83 mm).

Así mismo Ortiz¹⁴ estudia el extracto etanólico al 100% de la cáscara sobre otro agente, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y obtiene efecto inhibitorio (9.8 mm) comparando con clorhexidina al 0.12% (9.8 mm).

En la tabla 02, se presenta el análisis de varianza ANOVA, la $p= 0.00$ indica que hay diferencia significativa entre los promedios de los halos de inhibición de los diferentes tratamientos, siendo mayor el halo de inhibición con la oxacilina, seguido del extracto de la hoja.

Tabla 03, se evidencia tres subconjuntos (EEMAE, EEMAH y oxacilina), donde se observa que hay diferencia en los halos de inhibición, siendo la oxacilina la que presenta mayor efecto inhibitorio (32.8 mm), seguida de la hoja (21.2 mm), mientras el extracto etanólico del epicarpio del fruto no presenta efecto inhibitorio (10.4 mm), según el CLSI.

En la figura 01 (diagrama de cajas y bigotes), se puede visualizar el comportamiento de las medidas de los halos de inhibición de la hoja y el epicarpio del fruto de la *Musa acuminata* comparado con la oxacilina. Siendo mayor el efecto antibacteriano con oxacilina, seguido del extracto de la hoja y en menor efecto con el epicarpio.

En el estudio se ha podido demostrar que la *Musa acuminata* si tiene efecto inhibitorio en el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, en el presente estudio la forma del extracto etanólico de la hoja fue mejor que la del epicarpio, si bien es cierto otros estudios reportan lo contrario.

El efecto antibacteriano de la *Musa acuminata* se debe a que posee antioxidantes naturales y la presencia polifenoles que servirían en la prevención de enfermedades.^{18, 19} Se ha observado que se produce la lisis de *Staphylococcus aureus*, porque ocurre una relación de ligando receptor, entre los compuestos de *Musa acuminata* y receptores de la célula ejerciendo de esta forma el efecto bactericida (dado por sus compuestos fenólicos, flavonoides, ligninas y fitoalexinas (25 elementos) entre ellos musanolones, resveratrol y fitotoxinas de tipo fenilfenalenona, terpenoides y taninos, abundantes en el plátano.^{19, 20}

Las endo-beta-1,3-glucanasa y las quitinasas destruyen polisacáridos presentes en la pared celular del microorganismo, detiene la proliferación y crecimiento mediante hidrólisis de quitina, provocando la destrucción de los mismos ^{21, 22} Los taninos presentes, tienen alta solubilidad en alcohol, acetona y agua, confiriéndole las propiedades antibacterianas, antioxidante y antiinflamatorio.^{25, 26} Los compuestos fenólicos inhiben la formación de radicales libres y degradación oxidativa de los lípidos presentes en las hojas, siendo un fortalecedor de la inmunidad al favorecer la elaboración de proteínas que formarán parte de la membrana celular de células como los fagocitos.^{27, 28}

Por lo tanto, el presente estudio, abre más posibilidades de la planta en el tratamiento con otros productos no farmacológicos o farmacológicos como alternativa natural, de bajo costo, eficiente y con una mínima cantidad de efectos adversos para el tratamiento de enfermedades provocadas por *Staphylococcus aureus*.

Finalmente se puede considerar que las diferencias que se pudieron evidenciar en los antecedentes y los resultados de la investigación, puede ser por factores externos como el piso altitudinal, el clima, calidad del terreno, uso de plaguicidas y fertilizantes, cuidado del agricultor. Estos factores se toman en cuenta para valorar la concentración y la calidad de micronutrientes útil para el ser humano, lo que determinaría la desigualdad entre los halos de inhibición. Esta investigación formará parte de futuras investigaciones que contribuirán a nuevas opciones de tratamiento contra *Staphylococcus aureus* u otros microorganismos similares.

VI. CONCLUSIONES

- El extracto etanólico de la hoja de *Musa acuminata*, tiene efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- El extracto etanólico del epicarpio del fruto de *Musa acuminata* tiene menor efecto antibacteriano.
- La oxacilina mostró mayor halo de inhibición que los obtenidos por los extractos etanólicos de la hoja y epicarpio del fruto de *Musa acuminata*.

VII. RECOMENDACIONES

- Se puede ampliar el estudio de la *Musa acuminata*, en otros tipos de extractos como acuoso, oleoso, metanólico, a fin de evaluar su acción sobre otros microorganismos.
- Estudiar las propiedades antibacterianas y antifúngicas con otros componentes de *Musa acuminata*.
- Realizar investigaciones en animales de experimentación.
- Realizar estudios con las diferentes especies de *Musa acuminata* en Perú.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Nuevas directrices, para fomentar el uso adecuado de las medicinas tradicionales. Informe del Grupo Científico de la OMS. Ginebra: OMS; 2019.
2. Organización Mundial de la Salud. Manual de bioseguridad en laboratorio. Informe del Grupo Científico de la OMS. Ginebra: OMS; 2005.
3. Guadalupe S. Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades, patogenicidad y métodos de identificación. Rev Biomed. 2014 Sep - Dic [citada 2019 Agosto 1]; 25 (3) [15 pp.]. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2014/bio143d.pdf>
4. Robles R, Velázquez C, Coronado E. In vitro anti-mycobacterial activity of nine medicinal plants used by ethnic groups in México. Compl Med and Ther. 2013 Nov [citada: 2019 Agosto 1]; 13 (329) [10 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-329>
5. Huamantumba I, Cuba M, Callalli M, Urrunaga R, Paz E, Ananya N, Pallqui. Riqueza, uso y origen de plantas medicinales expendidas en los mercados de la ciudad de Cusco. Rev. Perú. Biol. 2011 Dic (citada 2019 Agosto 2); 18(3) [10 pp.]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v18n3/a04v18n3.pdf>
6. Noles T. Evaluación de la capacidad antibacteriana de los taninos extraídos del banano verde, rechazo de las bananeras, frente a *Staphylococcus aureus* atcc 12600. [Tesis para optar el grado de título de Biotecnología de los Recursos Naturales]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana; 2018.
7. Egbuonu A, Ogele O, Amaraihu L. Comparative Evaluation of the Proximate Composition and Antibacterial Activity of Ground *Musa paradisiaca* Peels and Leaves. J. Biotech. 2016 Ago [citada: 2019 Agosto 2]; 15 (2) [9 pp.]. Disponible en: http://www.journalrepository.org/media/journals/BBJ_11/2016/Aug/Egbuonu1522016BBJ27151.pdf

8. Bish R, Chanyal S, Kumar P. Antimicrobial and phytochemical analysis of leaf extract of medicinal fruit. Acad Scie. Nov. 2016 Jul [citada: 2019 Agosto 7]; 9(4) [7 pp.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/305537851_Antimicrobial_and_phytochemical_analysis_of_leaf_extract_of_medicinal_fruit_plants
9. Mohd F, Mohamad S, Shima W. Antibacterial effects of banana pulp extracts are based on different extraction methods. J Asian. 2014 Oct [citada: 2019 Agosto 7]; 9(36) [6 pp.]. Disponible en:
<https://www.alliedacademies.org/articles/molecular-docking-studies-on-heteroarylidenethiazolidine-4-substituted-thiazolidine-2-ylhydrazines-as-mao-b-inhibitors.pdf>
10. Venkatesh K, Pradeepa K, Girish K. Antibacterial activity of ethanol extract of Musa paradisiaca cv. Puttabale and Musa Acuminata cv. grand naine. J Asian. 2013 Jun. [citada: 2019 Agosto 19]; 6(2) [5 pp.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/286118448_Antibacterial_activity_of_ethanol_extract_of_Musa_paradisiaca_cv_Puttabale_and_Musa_acuminata_cv_grand_naine
11. Ponmurugan k. Antibacterial and antioxidant activities of Musa sp. leaf extracts against multidrug resistant clinical pathogens, J Asian. 2013 Sep [citada: 2019 Agosto 19]; 1691(13) [6 pp.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/256334377_Antibacterial_and_antioxidant_activities_of_Musa_sp_leaf_extracts_against_multidrug_resistant_clinical_pathogens_causing_nosocomial_infection
12. Ravinder C, Kathiresan K, Sithranga N, Anandhan S, Govindan T. Evaluación del potencial microbiano de las cáscaras de diferentes colores de plátano. 2013 [citada: 2019 Agosto 19]; 4(2) [3 pp.]. Disponible en:
<http://196.1.114.48/DSKPDF/Journal/uploads/BL/BL11-120037-A-3.pdf>
13. Ghani Z, Charrakh A, Kadhim N, Kadhim S. Efecto antimicrobiano, del extracto acuoso de cáscara de plátano. 2013 Dic [citada: 2020 Mayo 03]; 1 [3 pp.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/259266080_Antimicrobial_Effect_of_Aqueous_Banana_Peel_Extract_Iraq

14. Ortiz F. Efecto antibacteriano de la Musa acuminata (plátano) frente al enterococcus faecalis ATCC 29212 – In vitro [tesis para optar el título profesional de Cirujana dentista]. La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego; 2018. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4037>
15. Canese A. y Canese A. Manual de Microbiología y Parasitología Médica. 7^{ma} ed. Paraguay: Editorial; 2017.
16. Madigan M. Microbiología. 14ava Edición. Brasil: Editorial; 2017.
17. Cabello R. Microbiología y Parasitología Humana. 3^a ed. Madrid: Editorial Panamericana; 2013.
18. Ly, J. Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. Rev de prod por 2004 (Citada 2019 Agosto 07); 11(3); [3 pp.]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/43946397/Bananas-y-Platanos-Para-Alimentar-Cerdos-Aspectos-de-La-Composicion-Quimica-de-Las-Frutas>
19. Torres J, Rodríguez E, Rodríguez H. Aspectos bioquímicos de la resistencia del banano, al ataque del hongo Mycosphaerella fijiensis morelet. Rev. Tum. 2009 Jun. (Citada 2019 Agosto 07) 1(4) [12 pp.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3632059>
20. Carvajal R, Bonsak A. Modulación de la respuesta autoinmune experimental por Savia de Musa Paradisiaca. [Tesis para optar el grado de título de Licenciado en Bioquímica]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés; 2006.
21. Guía de banoscopio. 2016. [citada 2019 agosto 16]; 33 (4): [4 pp]. Disponible en: http://www.campoeditorial.com/banascopio/ab_guia_tecnica.html
22. Von Loesecke H. Bananas: Chemistry, Physiology, Technology. 2^{da} ed. Texas, Estados Unidos: Editorial; 2014.
23. Ehiowemwenguan G, Inetianbor J, Emoghene A. Antibacterial and phytochemical analysis of Banana fruit, peel. J IORS. 2014 Agosto. (citada 2019 Setiembre 12) 4(8). Disponible en: <http://iosrphr.org/papers/v4i08/D04801018025.Pdf>

- 24.** Muhammed M. Actividades anti bactericida y antioxidante del extracto de hojas de Musalsp. en patógenos clínicamente resistentes causados por infección nosocomial. J Asian. 2013 Set [citada 2019 Setiembre 12]; 3(9) [6 pp.]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/256334377_Antibacterial_and_antioxidant_activities_of_Musa_sp_leaf_extracts_against_multidrug_resistant_clinical_pathogens_causing_nosocomial_infection
- 25.** Fernández F, Torres M, Rodríguez R, Pérez C, Oliva M. Características químico farmacéuticas y propiedades farmacológicas de extractos de Musa. Rev. Cub. 1997 Jul. (citada 2019 Setiembre 12); 2(2) Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47961997000200009&lng=en&nrm=iso&ignore=.html
- 26.** Almedia P, Cedeiras M, Bertucci M, Olivaro C, Vásquez A, Ramos D. Actividad antimicrobiana de plantas del bosque de galería del río Uruguay. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas; Rio Grande, Brasil: Simposio; 2007.
- 27.** Polet V. Características, clasificación y funciones generales de los taninos. [Tesis para optar el título de licenciatura en Bioquímica]. Cuenca: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <https://qorganicauce.wikispaces.com/file/view/UNIVERSIDAD+CENTRAL+DEL+ECUADORo2pdf.pdf>
- 28.** Martinez S, Gonzales J, Culebras M, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutr Hosp 2002; 17(6): 271-278.
- 29.** Laurance L, Keith L, Brunton J, Good y Gilman. Las bases farmacológicas para la terapéutica. 11^{ava} edición. México: 2007.
- 30.** Infomed. Mecanismo de acción de oxacilina. Cuba. Ministerio de Salud Pública; 2012.
- 31.** DIGEMID. Oxacilina. Centro de atención farmacéutica. Perú: MINSA.
- 32.** Resumen de las características del producto, Centro para el control estatal de Medicamentos, equipos y dispositivos médicos. Cuba: Ministerio de Salud Pública de Cuba. Centro para el control estatal de medicamentos, equipos y dispositivos médicos.

- 33.** . Metodología de la investigación. 6^{ta} ed. McGraw Hill, México D.F; 2016.
- 34.**Ministerio de Salud. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. Docplayer. Perú. 2014.. [Citada: 2019 Octubre 13] [11 pp.]. Disponible en: <http://docplayer.es/13107056-Manual-de-procedimientos-para-la-prueba-de-sensibilidad-antimicrobiana-por-el-metodo-de-disco-difusion.html>.
- 35.**García J, López J, Reding A. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica; Perú; 2013.
- 36.**Artiles L, Barrios I, Otero J. Metodología de la Investigación para las ciencias de la salud, Editorial ciencias médicas; Cuba: 2008:
- 37.**Gonzales J, Lázaro C, Romero P. Manual de investigación clínica. Perú; 2013.
- 38.**Villalpando J, Rendon G, Castillo A, Ramírez M. Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, para selección de medias, 2001. [citada: 2019 Octubre 13]; 35(1) [9 pp.]. Disponible en: <https://www.redalyc.org › pdf › 30235107>.
- 39.**Organización Mundial de la Salud. Manual de bioseguridad en el laboratorio. Informe del Grupo Científico de la OMS. 3^{ra} ed. Ginebra: OMS, 2005.
- 40.**Colegio Médico del Perú. Normas y reglamento vigente del CMP. Perú: CMP; 2018.
- 41.**Ley Forestal y de fauna silvestre 29763 y sus reglamentos. SERFOR, Disponible en: <N:\file:///C:/Users/VALERIA/Downloads/SERFOR%202015%20Ley%20Forestal%20y%20de%20Fauna%20Silvestre%20N%C2%B0%2029763.pdf>

ANEXOS

ANEXO 01

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Representado:

RG ₁	X ₁	O ₁
RG ₂	X ₂	O ₂
RG ₃	X ₃	O ₃
RG ₄	X ₄	O ₄

Dónde:

RG₁: Grupo aleatorio N°1 de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

RG₂: Grupo aleatorio N°2 de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

RG₃: Grupo aleatorio N°3 de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

RG₄: Grupo aleatorio N°4 de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

X₁: Tratamiento con extracto etanólico de la hoja de *Musa acuminata* al 100%

X₂: Tratamiento con extracto etanólico del epicarpio del fruto de *Musa acuminata* al 100%

X₃: Tratamiento con oxacilina 1ug (Control positivo).

X₄: Tratamiento con dimetilsulfoxido (Control negativo).

O₁: Observación del efecto causado por el tratamiento X₁.

O₂: Observación del efecto causado por el tratamiento X₂.

O₃: Observación del efecto causado por el tratamiento X₃.

O₄: Observación del efecto causado por el tratamiento X₄.

ANEXO 02

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>V. I.</p> <p>Agente antibacteriano</p>	<p>Sustancia que tiene la competencia de eliminar el desarrollo y la proliferación de diversos microorganismos patógenos. Esto se debe a que el antibiótico es bactericida. ²⁹</p> <p>Agente antibacteriano no farmacológico: <i>Musa acuminata</i></p> <p>Agente antibacteriano farmacológico: Oxacilina 1 ug</p>	<p>Se utilizará:</p> <p>Dilución al 100% de la hoja</p> <p>Dilución al 100% del epicarpio del fruto</p> <p>:</p> <p>Oxacilina</p> <p>Dimetilsulfoxido</p>	<p>RG1</p> <p>RG2</p> <p>RG3</p> <p>RG4</p>	<p>Cualitativa</p> <p>Nominal</p>
<p>V. D.:</p> <p>Efecto antibacteriano del extracto</p>	<p>Extracto obtenido a partir de la <i>Musa acuminata</i>, mediante maceración junto con etanol, posteriormente se eliminará dicho solvente por un procedimiento físico. ⁶</p> <p>Se medirá a través del método Kirby Bauer el halo de inhibición. ³⁴</p>	<p>Mediante la técnica de Kirby Bauer. ³⁴</p> <p>Con efecto antibacteriano</p> <p>Sin efecto antibacteriano</p>	<p>≥ 13 mm</p> <p>< 13 mm</p>	<p>Cualitativa</p> <p>Nominal</p>

ANEXO 03
TAMAÑO DE MUESTRA

Comparación de dos medias.

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 2\sigma^2}{(X_1 - X_2)^2}$$

Dónde:

$Z_{\alpha/2}$: 1.96

Z_{β} : 0.84

σ^2 : Desviación estándar: 1.53

X_1 : 13 mm³⁴

X_2 : 14.33 mm⁷

n= 20.75 repeticiones

ANEXO 04

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nº DE REPETICIONES	DILUCIONES (HALOS EN MM)		CONTROL (+)	CONTROL (-)
	EEMA (H)	EEMA (E)	OXACILINA 1UG	DIMETIL SULFÓXIDO
1	23	12	32	0
2	19	10	34	0
3	20	10	34	0
4	22	11	34	0
5	20	8	31	0
6	21	10	34	0
7	21	12	34	0
8	20	9	33	0
9	22	11	30	0
10	24	11	32	0
Promedio	20.8	10.4	32.8	0

EEMA (H) = Extracto etanólico de hojas de *Musa acuminata* al 100%

EEMA (E) = Extracto etanólico del epicarpio del fruto de *Musa acuminata* al 100%

OXA = Oxacilina 1 ug

DMSO = Dimetilsulfoxido al 20%

ANEXO 05

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

VALIDEZ DE TEST: JUICIO DE ESPECIALISTAS

INSTRUCTIVO PARA LOS JUECES

Indicación: Señor especialista se le pide su colaboración para que luego de un riguroso análisis de los ítems del cuestionario / guía de observación o ficha de recolección de datos, el mismo que le mostramos a continuación, indique tomando en cuenta su criterio y su experiencia profesional el puntaje de acuerdo a si la pregunta permite capturar las variables de investigación del trabajo.

En la evaluación de cada ítem, utilice la siguiente escala:

RANGO	SIGNIFICADO
1	Descriptor no adecuado y debe ser eliminado
2	Descriptor adecuado pero debe ser modificado
3	Descriptor adecuado


Los rangos de la escala propuesta deben ser utilizados teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Vocabulario adecuado al nivel académico de los entrevistados.
- Claridad en la redacción.
- Consistencia lógica y metodológica.

Recomendaciones:

.....
.....

Gracias por su generosa colaboración.

Apellidos y nombres	Polo Gamboa Jaime
Grado Académico	Magister
Mención	Docencia Universitaria
Firma	

Jaime A. Polo Gamboa
MICROBIOLOGO
CET 8121

ITEM	CALIFICACIÓN DEL JUEZ			OBSERVACIÓN
	1	2	3	
Número de placas.			X	
Halo de inhibición de oxacilina 1 ug.			X	
Halo de inhibición del extracto etanólico de la hoja de <i>Musa acuminata</i> al 100%.			X	
Halo de inhibición del extracto etanólico del epicarpio del fruto de <i>Musa acuminata</i> al 100%.			X	
Dimetilsulfoxido.			X	

RANGO	SIGNIFICADO
1	Descriptor no adecuado y debe ser eliminado
2	Descriptor adecuado pero debe ser modificado
3	Descriptor adecuado



 Jaime A. Paiz Gamboa
 MICROBIOLOGO
 C.B. 4015

VALIDEZ DE TEST: JUICIO DE ESPECIALISTAS

INSTRUCTIVO PARA LOS JUECES

Indicación: Señor especialista se le pide su colaboración para que luego de un riguroso análisis de los ítems del cuestionario / guía de observación o ficha de recolección de datos, el mismo que le mostramos a continuación, indique tomando en cuenta su criterio y su experiencia profesional el puntaje de acuerdo a si la pregunta permite capturar las variables de investigación del trabajo.

En la evaluación de cada ítem, utilice la siguiente escala:

RANGO	SIGNIFICADO
1	Descriptor no adecuado y debe ser eliminado
2	Descriptor adecuado pero debe ser modificado
3	Descriptor adecuado

Los rangos de la escala propuesta deben ser utilizados teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Vocabulario adecuado al nivel académico de los entrevistados.
- Claridad en la redacción.
- Consistencia lógica y metodológica.

Recomendaciones:

.....
.....

Gracias por su generosa colaboración.

Apellidos y nombres	Gutierrez Zuñiga Winifrid
Grado Académico	Médico cirujana
Mención	
Firma	




Winifrid Gutierrez Zuñiga
MÉDICO CIRUJANO
CMP 88787

ITEM	CALIFICACIÓN DEL JUEZ			OBSERVACIÓN
	1	2	3	
Número de placas.			X	
Halo de inhibición de oxacilina 1 ug.			X	
Halo de inhibición del extracto etanólico de la hoja de <i>Musa acuminata</i> al 100%.			X	
Halo de inhibición del extracto etanólico del epicarpio del fruto de <i>Musa acuminata</i> al 100%.			X	
Dimetilsulfoxido.			X	

RANGO	SIGNIFICADO
1	Descriptor no adecuado y debe ser eliminado
2	Descriptor adecuado pero debe ser modificado
3	Descriptor adecuado



Winifred Guzmán Zúñiga
MÉDICO CIRUJANO
C.M.P. 85757

INSTRUCTIVO PARA LOS JUECES

Indicación: Señor especialista se le pide su colaboración para que luego de un riguroso análisis de los ítems del cuestionario / guía de observación o ficha de recolección de datos, el mismo que le mostramos a continuación, indique tomando en cuenta su criterio y su experiencia profesional el puntaje de acuerdo a si la pregunta permite capturar las variables de investigación del trabajo.

En la evaluación de cada ítem, utilice la siguiente escala:

RANGO	SIGNIFICADO
1	Descriptor no adecuado y debe ser eliminado
2	Descriptor adecuado pero debe ser modificado
3	Descriptor adecuado


Los rangos de la escala propuesta deben ser utilizados teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Vocabulario adecuado al nivel académico de los entrevistados.
- Claridad en la redacción.
- Consistencia lógica y metodológica.

Recomendaciones:

.....

Gracias por su generosa colaboración.

Apellidos y nombres	Huallpamayta Cansino Jhonny Rudi
Grado Académico	Biólogo
Mención	
Firma	


 Director
 CBP 12229

ITEM	CALIFICACIÓN DEL JUEZ			OBSERVACIÓN
	1	2	3	
Número de placas.			X	
Halo de inhibición de oxacilina 1 ug.			X	
Halo de inhibición del extracto etanólico de la hoja de <i>Musa acuminata</i> al 100%.			X	
Halo de inhibición del extracto etanólico del epicarpio del fruto de <i>Musa acuminata</i> al 100%.			X	
Dimetilsulfoxido.			X	

RANGO	SIGNIFICADO
1	Descriptor no adecuado y debe ser eliminado
2	Descriptor adecuado pero debe ser modificado
3	Descriptor adecuado

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
 ITCR
 CBR 12229

ANEXO 06

PROCEDIMIENTO

METODO DE OBTENCION DEL EXTRACTO ETANÓLICO

1. Tratamiento de la muestra

Las hojas y el epicarpio del fruto de la *Musa acuminata* proceden de San Juan de la Virgen, del departamento de Tumbes.



Hoja de *Musa acuminata*



Epicarpio del fruto de *Musa acuminata*

Posteriormente fueron transportados al Laboratorio clínico San José, donde se clasificaron las muestras que se encuentren en buen estado. Las hojas y el epicardio de la fruta se lavaron con agua potable y posteriormente con agua destilada para poder descartar residuos de tejido muerto y polvo. Luego se hizo uso de un papel absorbente para las gotas de agua.



En una bandeja de cartulina se llevó al horno para el proceso de deshidratación por convección aproximadamente a 40-45°C por un tiempo de 48 horas. Posteriormente, se trituró con las manos hasta que se obtuvieron partículas de tamaño pequeño y se almacenó en una bolsa negra totalmente hermética.



Proceso de deshidratación

2. Obtención del extracto etanólico

Se consiguió mediante el método de maceración haciendo uso del etanol de 96°, se colocó en un recipiente de vidrio, 20 g de la muestra que fue deshidratada y posteriormente triturada junto a 100 ml de etanol.



Obtención del extracto etanólico de la hoja de *Musa acuminata*



Obtención del extracto etanólico del epicarpio del fruto de *Musa acuminata*

Se selló el frasco evitando alguna puerta de entrada y se envolvió con papel aluminio totalmente. Enseguida, se llevó al horno a 40-45°C en un total de 8 días, realizando agitación por lo menos 4 oportunidades al día. Luego se realizó doble filtración, la primera oportunidad con gasa estéril y después con papel filtro marca Whatman N°41. El resultado, se evaporó en la estufa a una temperatura 40-45°C por convección, entre 1 a 2 días, hasta una concentración mayor a 100 mg/ml. Finalmente, se obtuvo el extracto al 100%; se guardó en un recipiente de vidrio ámbar a 4° – 6°C. Este procedimiento se repitió tanto para las hojas y el epicarpio de la fruta de *Musa acuminata*.



3. Preparación del medio de cultivo

Para la preparación se empleó agar Mueller Hinton, fueron preparados 10 placas petri. Se esterilizó por medio de esterilización húmeda (autoclave) a una temperatura de 121°C por un tiempo aproximado de 15 minutos. Posteriormente, se puso 18 – 20 ml en cada placa petri estériles de plástico desechables, luego se reposó hasta que estuvo totalmente sólido.

4. Prueba de susceptibilidad (Prueba de Disco difusión en agar)

Se utilizó el sistema de Kirby-Bauer de disco difusión en agar. Enseguida, se tomó en cuenta los criterios del CLSI de EEUU y los estándares M02 y M100.

a) Preparación del inóculo

En tubos de ensayo que se encuentren estériles se dispuso 2-3 ml de suero fisiológico, luego se adiciona una alícuota de *Staphylococcus aureus*, que fue cultivado hace 24 horas, posteriormente se observó la presencia de turbidez semejante al tubo 0,5 de la escala de McFarland.

b) Siembra del microorganismo

Se impregnó un hisopo estéril en el inóculo y posteriormente arrastrado encima de la superficie del medio de cultivo, esto se llama siembra por estrías; finalmente fue colocado el microorganismo.



c) Preparación de los discos de sensibilidad con EE

Tomando en cuenta la concentración al 100% de las hojas y el epicarpio del fruto de *Musa acuminata* respectivamente, se colocó 10 µL en cada disco de papel filtro Whatman N° 1 de 6mm de diámetro, se repitió 40 veces de cada uno.



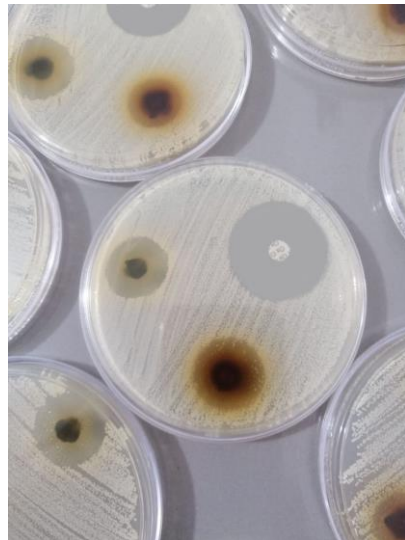
d) Confrontación del microorganismo con el agente antimicrobiano

Haciendo uso de una pinza metálica estéril, se acomodó los discos de sensibilidad en el agar, quedando equidistante y a un cm del borde de la placa petri, también se colocó el disco con oxacilina 1 ug, por 15 min, posteriormente las placas se incubaron de forma invertida en la estufa a 35-37°C por un tiempo aproximado de 18-20 horas.



e) Lectura e interpretación

Se observó la zona de inhibición del crecimiento bacteriano haciendo uso de una regla Vernier. Posteriormente se interpretó como sensible o resistente, según el Estándar M100 del CLSI.



ANEXO 07

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Pruebas de normalidad						
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EEMAH	,181	10	,200*	,950	10	,668
EEMAE	,182	10	,200*	,930	10	,445
OXA	,292	10	,016	,815	10	,022

Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

Corrección de significación de Lilliefors

En este caso uno de los datos no sigue distribución normal (OXA $P = 0.022$, menor que 0.05), por lo tanto, se debe hacer la prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para ver si se cumple el criterio de homocedasticidad.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

Prueba de homogeneidad de varianzas					
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
	Se basa en la media	,349	2	27	,708
	Se basa en la mediana	,162	2	27	,851
Halos	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,162	2	24,639	,851
	Se basa en la media recortada	,301	2	27	,743

Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

Todas las significancias son mayores de 0.05, por lo que, si se cumple la homogeneidad, por lo tanto, las varianzas son homogéneas, y se puede trabajar el ANOVA.

PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

Pruebas post hoc


Comparaciones múltiples						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
EEMAH	EEMAE	10,800*	,642	,000	9,21	12,39
	OXA	-11,600*	,642	,000	-13,19	-10,01
EEMAE	EEMAH	-10,800*	,642	,000	-12,39	-9,21
	OXA	-22,400*	,642	,000	-23,99	-20,81
OXA	EEMAH	11,600*	,642	,000	10,01	13,19
	EEMAE	22,400*	,642	,000	20,81	23,99

Fuente: Reporte de resultados SPSS Versión 25

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

ANEXO 08

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN EN EL LABORATORIO




San Jose
LABORATORIO CLINICO
Calidad y profesionalismo el servicio de tu salud

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO

El Laboratorio "San José" deja constancia que ha cedido *ad honorem* sus instalaciones, en donde RAYDA VÁLERY ORCCOHUARANCCA CHOQUEMAQUI, estudiante de Medicina de la Universidad César Vallejo de Trujillo, ejecutó la parte experimental de su proyecto de tesis titulado "Efecto antibacteriano del extracto etanólico de la *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina", durante los días 06 al 10 de octubre de 2020, bajo la orientación y asesoramiento del Microbiólogo Jaime Abelardo Polo Gamboa.

Se expide la presente a solicitud del estudiante, sólo para fines académicos, a los 27 días del mes de octubre de 2020.



José Luis Caila Quevedo
BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO
C.B.P. 9301

Sede Principal: Francisco Bolognesi 678 Of. 203 - Centro Histórico - Trujillo
Sucursales: Los Corales 277- Barrio Médico Urb. Santa Inés - Trujillo
☎ 769999 - 📠 948649844
✉ sanjoselabs@hotmail.com 🌐 www.sanjoselabs.amawebs.com/

ANEXO 09

Ley Forestal y de fauna silvestre

Artículo 1. Finalidad y objeto de la Ley

La presente Ley tiene la finalidad de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad. El objeto de la presente Ley es establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre para lograr su finalidad.

Artículo 3. Actividades forestales y de fauna silvestre, y conexas

Para los efectos de la presente Ley, se consideran actividades forestales y de fauna silvestre, las siguientes: a. La administración, investigación, conservación, protección, monitoreo, restauración, evaluación, manejo, aprovechamiento, poblamiento, repoblamiento y mejoramiento del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación. b. La forestación y reforestación. c. El manejo de la flora y fauna silvestre in situ y ex situ. d. Las actividades agroforestales y pastorales en tierras de capacidad de uso mayor forestal o de protección. e. Coadyuvar a la provisión de los servicios de los ecosistemas forestales y otros sistemas de vegetación silvestre. f. El aprovechamiento económico no consuntivo de los paisajes de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre. Son actividades conexas de las actividades forestales y de fauna silvestre las siguientes: a. La educación y fortalecimiento de capacidades. b. Las derivadas del uso, disfrute, conocimiento, aprovechamiento comercial, transformación, almacenamiento, transporte y distribución de los recursos forestales y de fauna silvestre.

ANEXO 11

TIPIFICACIÓN DE LA PLANTA





1 : 4



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
TRUJILLO
HERBARIUM TRUXILLENSE (HUT)
FLORA PERUANA



Familia: Musaceae

Nombre Científico: *Musa acuminata* Colla

N. Vulgar: "platano guineo morado o rojo"

Det. Por: Herbario HUT

Nota: *M. acuminata* (Grupo AAA) "Red Dacca" Pisang raja udang".

Hábito: Hierba aproximadamente de 4 m de alto, hojas 1.5x0.7 m; flores blanquecinas, brácteas moradas; frutos morado-rojizos al madurar.

Procedencia: Distrito San Juan de la Virgen.

Prov.: Tumbes

Dpto/Región.: Tumbes

Hábitat: Chacra de cultivo de plátano, suelos arenoso-arcillosos.

Altitud: 40 m.s.n.m.

Fecha: 6/11/2020

Colector: Orcohuarancca Choquemaqui Rayda Váleriy

Nº: s.n.

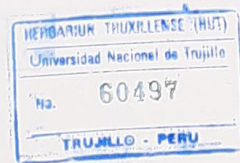
Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Medicina Humana, Universidad Cesar Vallejo,
Trujillo.

Tesis: "Efecto antibacteriano del extracto etanólico de la *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 comparado con oxacilina"

HEMBARHUN THUXILLENSE (HUT)
Universidad Nacional de Trujillo
No. 60496
TRUJILLO - PERU



2:4



3:4

HERBARIUM TRUXILLENSE (HUT)
Universidad Nacional de Trujillo
No. 60498
TRUJILLO - PERU



4:4

ANEXO 12

TRANSLATION OF ABSTRACT

This document has been translated by the Translation and Interpreting Service of Cesar Vallejo University and it has been revised by the English native speaker: Mark Stables.



A handwritten signature in blue ink, reading "Ana Gonzales Castañeda".

Mg. Ana Gonzales Castañeda
Professor of the School of Languages